

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2003年8月14日 (14.08.2003)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 03/067939 A1

(51) 国際特許分類<sup>7</sup>:  
21/3065, 21/31, H01P 3/12

H05H 1/46, H01L

[JP/JP]: 〒107-8481 東京都港区赤坂五丁目3番6号  
Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号:

PCT/JP03/00739

(72) 発明者; および

(22) 国際出願日: 2003年1月27日 (27.01.2003)

(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 河西繁 (KASAI, Shigeru) [JP/JP]; 〒407-0192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢650番地 東京エレクトロンAT株式会社内 Yamanashi (JP).

(25) 国際出願の言語:

日本語

(74) 代理人: 吉武賢次, 外 (YOSHITAKE, Kenji et al.); 〒100-0005 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 富士ビル323号 協和特許法律事務所 Tokyo (JP).

(26) 国際公開の言語:

日本語

(81) 指定国(国内): CN, KR, US.

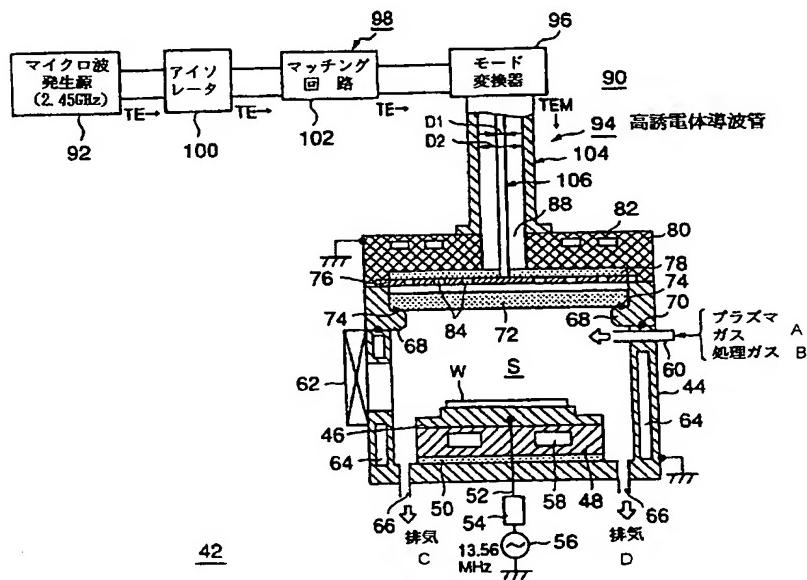
(30) 優先権データ:  
特願2002-29947 2002年2月6日 (06.02.2002) JP

(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 東京エレクトロン株式会社 (TOKYO ELECTRON LIMITED)

[続葉有]

(54) Title: PLASMA PROCESSING EQUIPMENT

(54) 発明の名称: プラズマ処理装置



- A...PLASMA GAS
- B...PROCESSING GAS
- C...EXHAUST
- D...EXHAUST
- 92...MICROWAVE GENERATING SOURCE
- 94...HIGH DIELECTRIC WAVEGUIDE
- 96...MODE CONVERTER
- 100...ISOLATOR
- 102...MATCHING CIRCUIT

(57) Abstract: Plasma processing equipment capable of increasing the heat resistance of a wave guide by using a high dielectric material, comprising a processing container (44) formed to allow vacuuming, a loading table (46) installed in the processing container for placing a processed body (W) thereon, a microwave transmission plate (72) installed in an opening part at the ceiling of the processing container, a flat antenna member (76) for feeding microwave into the processing container through the microwave transmission plate, a shield cover body (80) earthed so as to cover the upper part of the flat antenna member, and a waveguide (90) for feeding the microwave from a microwave generating source to the flat antenna member, characterized in that the waveguide is formed of a high dielectric waveguide (94) using the high dielectric material, whereby the heat resistance of the waveguide can be increased.

[続葉有]

WO 03/067939 A1



添付公開書類:  
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

---

(57) 要約:

高誘電体材料を用いることにより導波管の耐熱性を向上させることができ可能なプラズマ処理装置を提供する。

プラズマ処理装置は、真空引き可能になされた処理容器44と、前記処理容器内に設けられた、被処理体Wを載置する載置台46と、前記処理容器の天井の開口部に設けられたマイクロ波透過板72と、前記マイクロ波透過板を介して前記処理容器内にマイクロ波を供給するための平面アンテナ部材76と、前記平面アンテナ部材の上方を覆うように接地されたシールド蓋体80と、マイクロ波発生源からのマイクロ波を前記平面アンテナ部材へ供給するための導波管90と、を備え、前記導波管は、高誘電体材料を用いた高誘電体導波管94よりなることを特徴とする。これにより、導波管の耐熱性を向上させる。

## 明細書

## プラズマ処理装置

## 技術分野

本発明は、半導体ウエハ等に対してマイクロ波により生じたプラズマを作用させて処理を施すプラズマ処理装置に関する。

## 背景技術

近年、半導体製品の高密度化及び高微細化に伴い半導体製品の製造工程において、成膜、エッチング、アッシング等の処理のためにプラズマ処理装置が使用される場合があり、特に、0.1～数10 mTorr程度の比較的圧力が低い高真空状態でも安定してプラズマを立てることができることからマイクロ波を用いて高密度プラズマを発生させてウエハを処理するプラズマ処理装置が使用される傾向にある。

このようなプラズマ処理装置は、特開平1-184923号公報、特開平3-191073号公報、特開平5-343334号公報や本出願人による特開平9-181052号公報等に開示されている。ここで、マイクロ波を用いた一般的なプラズマ処理装置を図11を参照して概略的に説明する。図11は従来の一般的なプラズマ処理装置を示す構成図である。

図11において、このプラズマ処理装置2は、真空引き可能なされた処理容器4内に半導体ウエハWを載置する載置台6を設けており、この載置台6に対向する天井部にマイクロ波を透過する例えば円板状の窒化アルミ等よりなるマイクロ波透過窓8を気密に設けている。具体的には、このマイクロ波透過窓8は、上記処理容器4の上端に設けた例えばアルミニウム製のリング状の支持枠部材10より半径方向内方へ突出させた支持棚部12にOリング等のシール部材14を介して気密に取り付けられている。

そして、このマイクロ波透過窓8の上面に厚さ数mm程度の円板状の平面アンテナ部材16と、必要に応じてこの平面アンテナ部材16の半径方向におけるマ

イクロ波の波長を短縮するための例えば誘電体よりなる遅波材18を設置している。この平面アンテナ部材16や遅波材18は、これらの上方を覆うようにして、且つ処理容器4の上方を塞ぐようにして導体でシールド蓋体20を設けている。また、上記遅波材18の上方には、内部に冷却水を流す冷却水流路22が形成された天井冷却ジャケット24が設けられており、シールド蓋体20等を冷却するようになっている。そして、アンテナ部材16には多数の略円形の、或いはスリット状の貫通孔よりなるマイクロ波放射孔26が形成されている。そして、平面アンテナ部材16の中心部に同軸導波管28の内導体30を接続している。この同軸導波管28には、モード変換器32を介して矩形導波管34が接続されると共に、この矩形導波管34には、マッチング回路36、アイソレータ38及びマイクロ波発生源40が順次接続されている。このマッチング回路36は、マイクロ波の振動モードの内のTEモードに対応されている。これにより、マイクロ波発生源40より発生した、例えば2.45GHzのTEモードのマイクロ波を、矩形導波管34を介してマッチング回路36及びモード変換器32へ伝搬し、このモード変換器32にてTEモードからTEMモードに変換した後に同軸導波管28を介してアンテナ部材16へ導くようになっている。そして、このTEMモードのマイクロ波をアンテナ部材16の半径方向へ放射状に伝搬させつつアンテナ部材16に設けたマイクロ波放射孔26からマイクロ波を放出させてこれをマイクロ波透過窓8に透過させて、下方の処理容器4内へマイクロ波を導入し、このマイクロ波により処理容器4内にプラズマを立てて半導体ウェハWにエッチング、成膜、アッキングなどの所定のプラズマ処理を施すようになっている。

ところで、上述したようなプラズマ処理装置において、矩形導波管34や同軸導波管28にあっては他の部材、例えばモード変換器32や平面アンテナ部材16等の接続部分において不連続部分が発生することから、この不連続部分にてマイクロ波の多重反射等が起こり、線路の抵抗分によるジュール熱によって発熱が生ずることは避けられない。この場合、この同軸導波管28や、この中の内導体30は、例えば黄銅の表面に銀メッキ等を施してなる導体等よりなることから、線膨張率が比較的大きい略 $17.2 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 程度になり、この結果、上記同軸導波管28に熱膨張による変形が生じて、上記接合部分にも変形や不具合が生

じ、更にはマイクロ波の漏洩等も発生する場合がある、といった問題があった。

また、他の問題としては次のことがある。この種のプラズマ処理装置 2 としては、TEMモードのマイクロ波を処理容器 4 内へ導入する。この理由は、電磁波のポインティングベクトルの方向が電流の流れの方向に一致するので、電流の位相のみを考慮してアンテナを設計できるからである。しかしながら、従来はTEモード用のマッチング回路 3 6 が広く知られて用いられていたことから、従来はこのTEモード用のマッチング回路 3 6 をプラズマ処理装置 2 に採用し、そして、マイクロ波の伝搬経路の途中にモード変換器 3 2 を介在させて TEモードのマイクロ波を TEMモードに変換して平面アンテナ部材 1 6 へ供給するようにしていた。

このため、必然的にモード変換器 3 2 を必要とすることから、コスト高になるのみならず、マイクロ波の変換ロスも発生する、といった問題があった。

また、マッチング回路 3 6 は、TEモード用であるため、モード変換器 3 2 よりも、前段側に設ける必要がある。このため、このマッチング回路 3 6 を、特性インピーダンスが大きく変わる平面アンテナ部材 1 6 から遠く離れた箇所に設けなければならず、このために効率的にインピーダンスのマッチング（整合）操作を行うことができない場合もあった。

### 発明の開示

本発明は、以上のような問題点に着目し、これを有効に解決すべく創案されたものである。

本発明の第 1 の目的は、高誘電体材料を用いることにより導波管の耐熱性を向上させることができ可能なプラズマ処理装置を提供することにある。

本発明の第 2 の目的は、TEMモード対応のスラグマッチャーを用いることにより、従来の例えばTEモード対応のマッチング回路を不要にすると共に平面アンテナ部材に接近させてマッチャーを設けることができるようとしたプラズマ処理装置を提供することにある。

本願に係る第 1 の発明は、真空引き可能になされた処理容器と、前記処理容器内に設けられた、被処理体を載置する載置台と、前記処理容器の天井の開口部に

設けられたマイクロ波透過板と、前記マイクロ波透過板を介して前記処理容器内にマイクロ波を供給するための平面アンテナ部材と、前記平面アンテナ部材の上方を覆うように接地されたシールド蓋体と、マイクロ波発生源からのマイクロ波を前記平面アンテナ部材へ供給するための導波管と、を備え、前記導波管は、高誘電体材料を用いた高誘電体導波管よりなることを特徴とする  
プラズマ処理装置である。

このように、導波管として高誘電体材料を用いた高誘電体導波管を採用したので、導波管自体の線膨張率を、従来の導体製の導波管よりも小さくでき、結果的に、熱変形等が少なくなり、この耐熱性を向上させることが可能になる。従って、導波管の変形やマイクロ波の漏洩等の発生を防止することが可能となる。

この場合、例えば、前記導波管の途中にはモード変換器が介在されており、このモード変換器と前記平面アンテナ部材との間に前記高誘電体導波管が用いられる。

また、例えば、前記高誘電体導波管は、筒状の導波管本体と、この導波管本体内に挿通される導波軸とよりなり、前記導波管本体と前記導波軸の内、少なくともいすれか一方が前記高誘電体材料よりなる。

また、例えば、前記高誘電体材料の比誘電率は、1000以上である。

また、例えば、前記高誘電体材料は、P Z T (Pb、Zr、Ti、Oを含む複合材料)、B S T (Ba、Sr、Ti、Oを含む複合材料)、S B T (Sr、Bi、Ta、Oを含む複合材料)よりなる群より選択される1つ以上の材料による。

また、例えば、前記平面アンテナ部材には、貫通孔よりなるマイクロ波放射孔が同心円状、或いは渦巻状に形成されている。

また、例えば、前記平面アンテナ部材には、貫通孔よりなる2つのマイクロ波放射孔を略90度互いに方向を異ならせて接近させてなる放射孔対が、同心円状、或いは渦巻状に多数形成されている。

また、例えば前記導波管には、誘電体材料を用いたスラグマッチャーが設けられる。

本願に係る第2の発明は、真空引き可能になされた処理容器と、前記処理容器

内に設けられた、被処理体を載置する載置台と、前記処理容器の天井の開口部に設けられたマイクロ波透過板と、前記マイクロ波透過板を介して前記処理容器内にマイクロ波を供給するための平面アンテナ部材と、前記平面アンテナ部材の上方を覆うように接地されたシールド蓋体と、マイクロ波発生源からのマイクロ波を前記平面アンテナ部材へ供給するための導波管と、を備え、前記導波管の途中に、誘電体材料を用いたスラグマッチャーを設けるように構成したことを特徴とするプラズマ処理装置である。

このように、導波管の途中に、誘電体材料を用いたスラグマッチャーを設けることにより、従来用いていたTEMモード用のマッチング回路を不要にできる。

この場合、例えば前記スラグマッチャーは、前記平面アンテナ部材に接近させて設けられている。

これにより、このTEMモード用のスラグマッチャーを平面アンテナ部材に接近させて設けることができ、インピーダンスマッチングの効率を向上させることができとなる。

また、例えば、前記スラグマッチャーは、前記マイクロ波の伝搬方向に沿って離間させて配置された誘電体材料よりなる2つの整合部材よりなり、前記2つの整合部材は一体的に前記マイクロ波の伝搬方向へ移動可能になされると共に、個別的にも移動可能になされている。

また、例えば、前記導波管は同軸導波管よりなり、前記マイクロ波は前記マイクロ波発生源からはTEMモードの振動モードで伝搬される。

これによれば、マイクロ波発生源からTEMモードでマイクロ波を伝搬できるので、途中にモード変換器を設ける必要がなく、その分、コストの削減に寄与できるのみならず、モード変換損失もなくすことが可能となる。

また、例えば、前記導波管の途中には、モード変換器が設けられており、前記モード変換器と前記平面アンテナ部材とを連結する部分の導波管に、前記スラグマッチャーを介設するようになっている。

#### 図面の簡単な説明

図1は、第1の発明に係るプラズマ処理装置を示す構成図である。

図2は、平面アンテナ部材の一例を示す平面図である。

図3は、他の例の平面アンテナ部材を示す平面図である。

図4は、第1の発明で用いる高誘電体導波管におけるマイクロ波伝搬の状況のシミュレーションモデルを示す図である。

図5は、図4の高誘電体導波管におけるマイクロ波伝搬の状況のシミュレーション結果を示す図である。

図6は、他の種類の高誘電体導波管におけるマイクロ波伝搬の状況のシミュレーションモデルを示す図である。

図7は、第2の発明に係るプラズマ処理装置を示す構成図である。

図8は、スラグマッチャーに用いられる位置制御機構を示す構成図である。

図9は、第2の発明の第1の変形例を示す部分拡大図である。

図10は、第2の発明の第2の変形例を示す部分構成図である。

図11は、従来の一般的なプラズマ処理装置を示す構成図である。

### 発明を実施の形態

以下に、本発明の係るプラズマ処理装置の一実施例を添付図面に基づいて詳述する。

まず、本願の第1の発明について説明する。

図1は第1の発明に係るプラズマ処理装置を示す構成図、図2は平面アンテナ部材の一例を示す平面図、図3は他の例の平面アンテナ部材を示す平面図、図4は第1の発明で用いる高誘電体導波管におけるマイクロ波伝搬の状況のシミュレーションモデルを示す図、図6は他の種類の高誘電体導波管におけるマイクロ波伝搬の状況のシミュレーションモデルを示す図である。本発明においては、高誘電体とは、通常の誘電体より高い比誘電率を有する誘電体をいい、例えば、比誘電率が100以上、好ましくは1000以上の誘電体をいう。また、本発明における高誘電体は、比誘電率が100以上であれば、強誘電体であってもよい。

図示するようにこのプラズマ処理装置42は、例えば側壁や底部がアルミニウム等の導体により構成されて、全体が筒体状に成形された処理容器44を有しており、この処理容器44は接地されると共に内部は密閉された処理空間Sとして

構成されている。

この処理容器44内には、上面に被処理体としての例えは半導体ウエハWを載置する載置台46が収容される。この載置台46は、例えはアルマイト処理したアルミニウム等により凸状に平坦になされた略円柱状に形成されており、この下部は同じくアルミニウム等により円柱状になされた支持台48により支持されると共にこの支持台48は処理容器44内の底部に絶縁材50を介して設置されている。

上記載置台46の上面には、ここにウエハを保持するための静電チャック或いはクランプ機構（図示せず）が設けられ、この載置台46は給電線52によりマッチングボックス54を介して例えは13.56MHzのバイアス用高周波電源56に接続されている。尚、このバイアス用高周波電源56を設けない場合もある。また、バイアス用高周波電源56を設けない場合でも、バイアス用電極を設けて、接地、或いは電気的にフロート状態とすることにより、プラズマ着火性能を向上することができる。

上記載置台46を支持する支持台48には、プラズマ処理時のウエハを冷却するための冷却水等を流す冷却ジャケット58が設けられる。尚、必要に応じてこの載置台46中に加熱用ヒータを設けてもよい。

上記処理容器44の側壁には、ガス供給手段として、容器内にプラズマ用ガス、例えはアルゴンガスや処理ガス、例えはデポジションガスを導入するための例えは石英パイプ製のガス供給ノズル60が設けられ、このノズル60より流量制御されたプラズマガス及び処理ガスを供給できるようになっている。処理ガスとしてのデポジションガスは、例えは窒化シリコンを成膜する場合にはSiH<sub>4</sub>、O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>ガス等を用いることができる。

また、容器側壁には、この内部に対してウエハを搬入、搬出する時に開閉するゲートバルブ62が設けられると共に、この側壁を冷却する冷却ジャケット64が設けられる。また、容器底部には、図示されない真空ポンプに接続された排気口66が設けられており、必要に応じて処理容器44内を所定の圧力まで真空引きできるようになっている。

そして、処理容器44の天井は開口されて開口部が形成されており、この開口

部の周縁部に沿って円形リング状の支持枠部材 68 が O リング等のシール部材 70 を介して設けられており、この支持枠部材 68 に、誘電体として例えば A1N などのセラミック材よりなるマイクロ波に対しては透過性を有する厚さが 20 mm 程度のマイクロ波透過板 72 が O リング等のシール部材 74 を介して気密に設けられる。これにより、処理容器 44 内が気密に保持される。

そして、このマイクロ波透過板 72 の上方に円板状の平面アンテナ部材 76 がその周縁部を上記支持枠部材 68 の上端に載置した状態で支持されている。そして、このアンテナ部材 76 の上面に、円板状の比誘電率の大きい高誘電率特性を有する遅波材 78 が設けられる。そして、このアンテナ部材 76 と遅波材 78 の上方を覆うようにして例えば蓋状に形成されたシールド蓋体 80 が設けられており、この下端部は上記支持枠部材 68 の上端で支持されている。このシールド蓋体 80 には、内部に冷却水を流す冷却水流路 82 が形成されており、このシールド蓋体 80 や上記遅波材 78 等を冷却するようになっている。また、このシールド蓋体 80 は接地されている。また、上記平面アンテナ部材 76 は前記処理容器 44 内の上記載置台 46 に対向させて設けられる。

この平面アンテナ部材 76 は、8 インチサイズのウェハ対応の場合には、例えば直径が 300 ~ 400 mm、厚みが 1 ~ 数 mm、例えば 5 mm の導電性材料よりなる円板、例えば表面が銀メッキされた銅板或いはアルミ板よりなり、この円板には例えば長溝のスリット形状、或いは円形状の貫通孔よりなる多数のマイクロ波放射孔 84 を同心円状、或いは螺旋状に形成している。

具体的には、この平面アンテナ部材 76 のマイクロ波放射孔 84 は、図 2 或いは図 3 に示すように形成されている。図 2 に示す場合には、マイクロ波放射孔 84 は細長いスリット形状の貫通孔（図 2 (B) 参照）よりなり、マイクロ波放射孔 84 を、図 2 (A) に示すように同心円状に多数個形成してある。このマイクロ波放射孔 84 の長さは、例えば入 / 4 程度である。尚、入は、ここで用いられるマイクロ波の上記遅波材 78 中での波長である。

また、図 3 に示す場合には、上述したような形状の 2 つのマイクロ波放射孔 84 を、略 90 度方向を異ならせて接近させてなる放射孔対 86（図 3 (B) 参照）を形成し、この放射孔対 86 を図 3 (A) に示すように同心円状に多数個設

けている。この場合、マイクロ波放射孔対 8 6 の内のそれぞれのマイクロ波放射孔 8 4 の方向は、平面アンテナ部材 9 6 の半径方向に対して所定の角度  $\theta_1$ 、例えば +45 度、或いは -45 度程度に設定されている。尚、このマイクロ波放射孔 8 4 の形状は、細長いスリット形状に限らず、円形、橍円形等でもよい。

図 1 に戻ってまた、上記シールド蓋体 8 0 の上部の中心には、開口部 8 8 が形成されており、この開口部 8 8 には本発明の特徴とする導波管 9 0 が接続されると共に、この導波管 9 0 の端部には例えば 2.45 GHz のマイクロ波発生源 9 2 が接続されている。これにより、上記マイクロ波発生源 9 2 にて発生したマイクロ波を、導波管 9 0 を介して上記平面アンテナ部材 7 6 へ伝搬できるようになっている。尚、マイクロ波の周波数としては、他に 8.35 GHz、1.98 GHz 等を用いることができる。

具体的には、上記導波管 9 0 は、上記シールド蓋体 8 0 の中央開口部 8 8 に直接的に接続固定されて上方へ起立されている断面円形の高誘電体導波管 9 4 と、この高誘電体導波管 9 4 の上端部に、マイクロ波の振動するモード変換を行うモード変換器 9 6 を介して水平方向に向けて接続固定される断面矩形の矩形導波管 9 8 とにより構成されている。

まず、上記マイクロ波発生源 9 2 と上記モード変換器 9 6 との間を連結する上記矩形導波管 9 8 は、全体が例えば表面に銀メッキがなされた黄銅等の導体で断面矩形状に形成されており、この矩形導波管 9 8 には上記マイクロ波発生源 9 2 から上記モード変換器 9 6 に向けて、マイクロ波に対する絶縁を行うアイソレータ 100 及びマイクロ波伝搬路のインピーダンス整合を行うための TE モード用のマッチング回路 102 が順次途中に介在されている。尚、このマッチング回路 102 は、例えば金属針を組み合わせたスタブチューナで形成されている。従つて、マイクロ波発生源 9 2 で発生されたマイクロ波は、その振動モードが TE モードの状態で、上記矩形導波管 9 8 内を伝搬されることになる。

これに対して、上記モード変換器 9 6 と上記平面アンテナ部材 7 6 との間を連結する高誘電体導波管 9 4 は、これに高誘電体材料を含ませて形成されている。具体的には、この高誘電体導波管 9 4 は、TEM モードのマイクロ波を伝搬させるものであり、断面が実質的に円形リング状になされた筒状、或いは管状の導波

管本体 104 と、この導波管本体 104 内の中心部に挿通される断面円形の棒状の導波軸 106 とにより形成されている。

この場合、上記導波軸 106 の直径 D1 は例えば略 3 mm 程度である。また、上記導波管本体 104 の内径 D2 は例えば 10 mm 程度であり、その肉厚は例えば 0.3 mm 程度である。尚、これらの数値は単に一例を示したに過ぎず、これらの寸法は、前後のマイクロ波伝送路の特性インピーダンスにより決定すればよい。

そして、上記導波軸 106 と導波管本体 104 の内、少なくともいずれか一方が高誘電体材料、例えばセラミックスにより形成されている。すなわち、導波軸 106 と導波管本体 104 の内のいずれか一方を高誘電体材料により形成してもよいし、或いは両者を高誘電体材料により形成してもよい。上記導波軸 106 を高誘電体材料により形成した場合には、その下端面をネジ等によって平面アンテナ部材 76 と接合してもよいし、或いは、金属の蒸着接合によって平面アンテナ部材 76 と接合してもよい。

この高誘電体材料としては、マイクロ波の伝搬効率を考慮すると、比誘電率が例えば 1000 以上のものを用いるのがよく、その一例としては PZT (Pb, Zr, Ti, O を含む複合材料)、BST (Ba, Sr, Ti, O を含む複合材料)、SBT (Sr, Bi, Ta, O を含む複合材料) 等よりなる群より選択される 1 つ以上の材料を用いることができる。

また、この種の高誘電体材料の線膨張率は、従来装置で用いていた同軸導波管の金属材料の線膨張率よりも一桁程度その線膨張率が小さく、例えば  $1.02 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  程度であり、熱変形量が少なくて済む。このように、高誘電体材料を用いた高誘電体導波管 94 は、後述するようにマイクロ波を案内するガイドとしての機能を発揮してマイクロ波を効率的に伝搬する。

次に、以上のように構成されたプラズマ処理装置を用いて行なわれる処理方法について説明する。

まず、ゲートバルブ 62 を介して半導体ウエハ W を搬送アーム（図示せず）により処理容器 44 内に収容し、リフタピン（図示せず）を上下動させることによりウエハ W を載置台 46 の上面の載置面に載置する。

そして、処理容器44内を所定のプロセス圧力に維持して、ガス供給ノズル60から例えばアルゴンガスや例えばSiH<sub>4</sub>、O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>等のデポジションガスをそれぞれ流量制御しつつ供給する。同時にマイクロ波発生源92からのマイクロ波を、矩形導波管98、モード変換器96及び高誘電体導波管94を順次介して平面アンテナ部材76に供給して処理空間Sに、遅波材78によって波長が短くされたマイクロ波を導入し、これによりプラズマを発生させて所定のプラズマ処理、例えばプラズマCVDによる成膜処理を行う。

ここで、マイクロ波の伝搬に関しては、マイクロ波発生源92にて発生したマイクロ波は、矩形導波管98内ではTEモードで伝搬し、このTEモードのマイクロ波はモード変換器96にてTEMモードに変換されて、この状態で断面円形リング状の高誘電体導波管94内を平面アンテナ部材76に向けて伝搬されて行くことになる。

ここで処理空間Sにおけるプラズマ状態や圧力状態等の各種の要因で導波管90内においてはマイクロ波の反射波が発生するが、この反射波を相殺するように、上記マッチング回路102は動作して、いわゆるマッチング機能を發揮する。

そして、上記高誘電体導波管94とモード変換器96や平面アンテナ部材76との接合部分ではマイクロ波の伝搬損失が生じたり、高誘電体材料の誘電損失が生じたりして、この導波管90自体が昇温するが、この構成材料である高誘電体材料は線膨張率が小さいので、この導波管90の熱変形量は非常に少なく、この耐熱性を向上させることができる。

また、上述のように、熱変形量が小さいことから、マイクロ波の漏洩等の発生を防止することが可能となる。

ここで、上述したような高誘電体導波管94が実際にマイクロ波を伝搬する点についてシミュレーションによって検証したので、その評価結果について説明する。

図4中において、図4はシミュレーションに用いた高誘電体導波管のモデルを示し、図5(A)はこのモデルの断面における電界強度の分布を示すグラフ、図5(B)はこのモデルの断面における磁界強度の分布を示すグラフ、図5(C)はこのモデルの断面におけるエネルギーの移動を表すポインティングベクトルを

示すグラフである。

図4に示すこのモデルの高誘電体導波管94において外側の断面円形リング状の導波管本体104は、ここでは完全に導体で形成している。また、中心部に位置する断面円形の導波軸106の上下端部分106A、106Aは導体で形成し、この上下端部分106A、106Aに挟まれた中央部分106Bを比誘電率 $\epsilon_r$ が1000の高誘電体材料によって形成している。ここで導波軸106の直径D1は4mmに設定し、導波管本体104の内径D2は10mmに設定している。また、この導波軸106と導波管本体104との間の空間は、空気が存在するものとして設定している。

このような高誘電体導波管94に、TEMモードで振動する2.45GHzのマイクロ波を供給したところ、入射面で、反射率が0.9%の結果を得た。すなわち、99.1%のマイクロ波がこの高誘電体導波管94を伝搬されてほとんど伝搬損失が生じないことが確認できた。

この時の電界の分布に関して、図5(A)に示すように、電界は、外側の導波管本体104から中心に向かうに従って、略2次曲線的に上昇して大きくなつて導波軸106の表面付近で最大となる。そして、この導波軸106内では電界は非常に少なくて僅かに発生してゐるに過ぎない。

また、この時の磁界の分布に関して、図5(B)に示すように、外側の導波管本体104及びこれと導波軸106との間の空間部分では磁界は非常に少なく、これに対して、導波軸106内では、その中心方向に向かって非常に大きな振幅で磁界が分布していることが判明する。しかし、中心軸の電界は非常に小さいので、エネルギーの移動を示すポインティングベクトルは、図5(C)に示すようにほとんど零となり、電磁波は大気中を移動することになる。尚、図5(C)において矢印が大きい程、大きなエネルギーの移動を示している。

また、図6はシミュレーションに用いた他の様の高誘電体導波管のモデルを示している。ここでは、中心の導波軸106の構造は図4に示す場合と同様に設定している。これに対して、外側の断面円形リング状の導波管本体104に関しては、上下端部分104A、104Aは導体で形成し、この上下端部分104A、104Aに挟まれた中央部分104Bを高誘電体材料によって形成している。こ

ここで導波軸 106 及び導波管本体 104 の各サイズは、図 4 に示した場合と同じである。また、ここで導波軸 106 の中央部分 106B 及び導波管本体 104 の中央部分 104B の高誘電体材料の比誘電率  $\epsilon$  は、共に 1000 に設定している。

この場合にも、TEM モードで振動する 2.45 GHz のマイクロ波を供給したところ、入射面で、反射率が 0.1% の結果を得た。すなわち、99.9% のマイクロ波がこの高誘電体導波管 94 を伝搬されてほとんど伝搬損失が生じないことが確認できた。

のことから、中心の導波軸 106 を全部導体で形成し、外側の導波管本体 104 の中央部分 104B を高誘電体材料で形成した場合でも、伝搬損失をほとんど生ずることなく十分にマイクロ波を伝搬することが判明する。

また、比誘電率  $\epsilon$  が 5000 の高誘電体材料を用いて、上述したと同様なシミュレーションを行った結果、上述したと同様に、マイクロ波の伝搬に関しては良好な結果を得ることができた。

上述したように、高誘電体導波管 94 がマイクロ波を伝搬できる理由は、以下のように考えられる。まず、マイクロ波に対して、導体の場合は表皮効果を生じて伝導電流となって流れるが、高誘電体材料の場合は、変位電流として流れる。すなわち、この変位電流は、電界の時間微分に比例して発生するが、比誘電率が大きい高誘電体材料中では電界が発生してようとすると、これを打ち消すような作用（電界がゼロにするような作用）が生じ（図 5 (A) 参照）、これが電流が流れたと同じような挙動を示すことになると考えられる。

以上のように、高誘電体導波管 94 は、伝搬損失をそれ程生ぜしめることなくマイクロ波を十分に、且つ効率的に伝搬することができるので、TEM モードのマイクロ波を伝搬させるために従来用いていた同軸導波管に替えて、この高誘電体導波管 94 を用いることができ、従って、その耐熱性を大幅に向上させることができる。

次に、本願の第 2 の発明について説明する。

図 7 は第 2 の発明に係るプラズマ処理装置を示す構成図、図 8 はスラグマッチヤーに用いられる位置制御機構を示す構成図である。

この第2の発明の特徴は、従来のプラズマ処理装置で用いられていたTEモード用のマッチング回路（図1中のマッチング回路102や図11中のマッチング回路36）に替えて、TEMモード用に適用されたスラグマッチャーモードを設ける点にある。

この第2の発明では、処理容器44内の構造は、図1に示した場合と同様な構造なので、図7では同一構成部分については同一参照符号を付し、その説明を省略する。

この第2の発明における導波管90は、従来装置と同様に形成されている。すなわち、この導波管90は、上記シールド蓋体80の中央開口部88に直接的に接続固定されて上方へ起立されている断面円形の完全な導体よりなる同軸導波管110と、この同軸導波管110の上端部に、マイクロ波の振動するモード変換を行うモード変換器96を介して水平方向に向けて接続固定される断面矩形の矩形導波管98により構成されている。この矩形導波管98については、図1に示す場合と同じである。

まず、上記マイクロ波発生源92と上記モード変換器96との間を連結する上記矩形導波管98は、全体が例えば表面に銀メッキを施した黄銅等の導体で断面矩形状に形成されており、この矩形導波管98には、マイクロ波に対する絶縁を行うアイソレータ100のみが介設されており、ここには図1で用いたマッチング回路102は介設されていない。そして、このマッチング回路102に替えて、上記同軸導波管110に本発明の特徴とするスラグマッチャー112が介設されている。具体的には、この従来周知の同軸導波管110は、TEMモードのマイクロ波を伝搬させるものであり、断面が実質的に円形リング状になされた筒状、或いは管状の導波管本体114と、この導波管本体114内の中心部に挿通される断面円形の棒状の導波軸116とにより形成されている。ここで前記第1の発明の場合と異なり、上記導波管本体114及び導波軸116は、共に例えば表面に銀メッキを施した黄銅等よりなる導体により形成されている。

そして、上記スラグマッチャー112は、上記平面アンテナ部材76に接近させた状態で、この直上の同軸導波管110に設けられている。このスラグマッチャー112は、導体製の上記導波管本体114内に設けられた誘電体材料よりも

る2つの整合部材118A、118Bを有しており、これらはマイクロ波の伝搬方向に沿って適宜離間させて配置されている。各整合部材118A、118Bは、例えば比誘電率が2.6程度のテフロン（登録商標）よりなる誘電体材料により所定の厚さの円板状に形成されており、その中心部にそれぞれ貫通孔120を形成して、この貫通孔120に上記導体製の導波軸116を挿通させることによって上記各整合部材118A、118Bを移動可能としている。

各整合部材118A、118Bの外径は、導波管本体114の内径よりも僅かに小さく設定され、その厚みH1は、例えば $\lambda/4$ （ $\lambda$ ：波長）程度に設定されている。

そして、上記各整合部材118A、118Bは、位置制御機構122によって、両者が一体的に、或いは個別的にマイクロ波の伝搬方向に沿って移動できるようになっている。具体的には、上記各整合部材118A、118Bは、上記導波管本体114の側壁に設けた2つの長孔124を挿通させて設けた支持ロッド126によりそれぞれ支持されている。各支持ロッド126の基部は、ベース台128に回転自在に支持された2つのボールネジ130A、130Bにそれぞれ螺合されており、これらのボールネジ130A、130Bをそれぞれ個別に正逆回転させることによって、上記各整合部材118A、118Bは、個別に移動できるようになっている、そして、上記各ボールネジ130A、130Bの端部には、それぞれネジ駆動モータ132A、132Bが取付られており、これらのネジ駆動モータ132A、132Bによって上記各ボールネジ130A、130Bを個別に正逆回転し得るようになっている。

また、上記ベース台128の一側には、ラック134が形成されていると共に、このラック134には、ラック駆動モータ136によって回転されるピニオン138が歯合されており、このピニオン138を正逆回転させることにより、このベース台128を図示しないガイドに沿って図8中の上下方向へ所定のストローケ内において移動できるようになっている。

また、この導波管本体114内には、マイクロ波の反射波の電力や位相を検出するプローバ140が設けられており、このプローバ140からの出力を受けて、例えばマイクロコンピュータ等よりなるマッチャ一制御部142が上記各モータ

132A、132B、136の回転動作を制御するようになっている。

さて、このように構成されたプラズマ処理装置において、マイクロ波の伝搬に関しては、マイクロ波発生源92にて発生したマイクロ波は、矩形導波管98内ではTEモードで伝搬し、このTEモードのマイクロ波はモード変換器96にてTEMモードに変換されて、この状態で断面円形リング状の導体製の同軸導波管110内を平面アンテナ部材76に向けて伝搬されて行くことになる。

ここで処理空間Sにおけるプラズマ状態や圧力状態等の各種の要因で導波管90内においてはマイクロ波の反射波が発生するが、この反射波を相殺するように、上記スラグマッチャ一112は動作して、いわゆるマッチング機能を発揮する。

具体的には、導波管本体114内に設けたプローバ140によりマイクロ波の反射波の電力や位相が検出されて、これを打ち消すように、マッチャ一制御部142は、ラック駆動モータ136、ネジ駆動モータ132A、132Bを回転駆動させることによって上記整合部材118A、118Bを一体的に、或いは個別に移動させてマッチングをとっている。例えば両整合部材118A、118Bを一体的に移動させるには、ラック駆動モータ136を回転してベース台128を移動させればよく、これに対して両整合部材118A、118Bを個別に移動させるには、ネジ駆動モータ132A、132Bをそれぞれ個別に回転駆動せねばよい。

具体的には、マイクロ波の伝搬路の反射係数とインピーダンスとを複素平面上に表してなるスミス図表上において、例えば両整合部材118A、118Bを一体的に移動させることにより位相が変化し、また、いずれか一方のみの整合部材118A、或いは118Bを移動することにより、実部（抵抗値）が一定で虚部（リアクタンス）が変化する軌跡を描くことになる。

このように、TEMモード用のスラグマッチャ一112を設けることにより、従来用いられていたTEモード用のマッチング回路を不要にすることができる。

そして、このスラグマッチャ一112は、上述したようにTEMモード用なので、平面アンテナ部材16の直上にこれに接近させて設けることができ、従って、インピーダンスマッチングの効率を向上させることができる。

ここで、上記整合部材118A、118Bに用いた誘電体材料として、比誘電

率が大きいものを用いれば、その分、インピーダンスマッチングの調整範囲を拡大することができる。そして、この誘電体材料としては、テフロン（登録商標）の他に、クオーツ、サファイヤ、サファール（SAPPHAL）（登録商標）またはアルミナ、窒化アルミ等のセラミックスも用いることができる。

また、この種のスラグマッチャー 112 を、上記同軸導波管 110 に沿って複数段、例えば 2 段に亘って設けるようにしてもよい。

また、上記第 2 の発明にあっては、従来の同軸導波管 110 にスラグマッチャー 112 を設けた場合を例にとって説明したが、これに限定されず、図 1において説明した第 1 の発明の装置例に上記スラグマッチャー 112 を設けるようにしてもよい。

図 9 はこのような第 2 の発明の第 1 の変形例を示す部分拡大図である。

ここでは、図 1 にて説明したように、モード変換器 96 と平面アンテナ部材 76 とを連絡するように、導波管本体 104 と導波軸 106 とよりなる高誘電体導波管 94 が設けられており、この部分に、図 7 にて説明したと同様な構成のスラグマッチャー 112 を設けている。尚、この場合には、従来のマッチング回路 102（図 1 参照）は不要となるのは勿論である。

この構成によれば、第 1 の発明の効果と第 2 の発明の効果とを併せ持つことができる。すなわち、高誘電体導波管 94 の耐熱性を向上させてこの熱変形量が小さいことから、マイクロ波の漏洩等の発生を防止することが可能となる、という第 1 の発明の効果に加え、従来の TE モード用のマッチング回路が不要となつて、インピーダンスマッチングの効率を向上させることができる、という第 2 の発明も発揮することができる。

また、上記第 1 の変形例にあっては、モード変換器 96 と平面アンテナ部材 76 との間のみを高誘電体導波管 94 で連絡したが、これに限定されず、平面アンテナ部材 76 とマイクロ波発生源 92 との間を全て高誘電体導波管で連絡するようにしてもよい。

図 10 はこのような第 2 の発明の第 2 の変形例を示す部分構成図である。

図示するように、ここでは、平面アンテナ部材 76 とマイクロ波発生源 92 との間を、全て、導波管本体 104 と導波軸 106 とよりなる高誘電体導波管 94

により形成している。そして、上記平面アンテナ部材76の直上の部分の高誘電体導波管94に上記スラグマッチャー112を設けている。

この場合には、マイクロ波発生源92から伝搬されるマイクロ波の振動モードは当初よりTEMモードになるので、途中にモード変換器96（図9参照）を設ける必要がない。なお、図10では、導波管本体104を90°に折れたように表示しているが、ここではモード変換器96を用いていないので導波管本体104を折れ曲げずに直線状に形成してもよい。

従って、この第2の変形例の場合には、モード変換器96を不要にできることから、その分、装置のコスト削除に寄与できるのみならず、モード変換に伴って発生する損失もなくすことができる所以、マイクロ波の伝搬効率も高めることができる。

しかも、導体製の矩形導波管98（図1或いは図10参照）の部分も高誘電体導波管94に替えていていることから、この部分の耐熱性も向上させて熱変形をなくし、この部分におけるマイクロ波の漏洩も防止することができる。

尚、本実施例では、半導体ウエハに成膜処理する場合を例にとって説明したが、これに限定されず、プラズマエッチング処理、プラズマアッシング処理等の他のプラズマ処理にも適用することができる。また、被処理体としても半導体ウエハに限定されず、ガラス基板、LCD基板等に対しても適用することができる。

以上説明したように、本発明のプラズマ処理装置によれば、次のように優れた作用効果を発揮することができる。

本願の第1の発明によれば、導波管として高誘電体材料を用いた高誘電体導波管を採用したので、導波管自体の線膨張率を、従来の導体製の導波管よりも小さくでき、結果的に、熱変形等が少なくなり、この耐熱性を向上させることができるのである。従って、導波管の変形やマイクロ波の漏洩等の発生を防止することができる。

本願の第2の発明によれば、導波管の途中に、誘電体材料を用いたスラグマッチャーを設けるようにしたので、従来用いていたTEMモード用のマッチング回路を不要にできる。

また、TEMモード用のスラグマッチャーを平面アンテナ部材に接近させて設

けることができ、インピーダンスマッチングの効率を向上させることができる。

また、マイクロ波発生源からTEMモードでマイクロ波を伝搬できるので、途中にモード変換器を設ける必要がなく、その分、コストの削減に寄与できるのみならず、モード変換損失もなくすことができる。

## 請求の範囲

1. 真空引き可能になされた処理容器と、  
前記処理容器内に設けられた、被処理体を載置する載置台と、  
前記処理容器の天井の開口部に設けられたマイクロ波透過板と、  
前記マイクロ波透過板を介して前記処理容器内にマイクロ波を供給するための  
平面アンテナ部材と、  
前記平面アンテナ部材の上方を覆うように接地されたシールド蓋体と、  
マイクロ波発生源からのマイクロ波を前記平面アンテナ部材へ供給するための  
導波管と、  
を備え、  
前記導波管は、高誘電体材料を用いた高誘電体導波管よりなる  
ことを特徴とするプラズマ処理装置。
2. 前記導波管の途中にはモード変換器が介在されており、このモード変換  
器と前記平面アンテナ部材との間に前記高誘電体導波管が用いられる  
ことを特徴とする請求項1記載のプラズマ処理装置。
3. 前記高誘電体導波管は、筒状の導波管本体と、この導波管本体内に挿通  
される導波軸とよりなり、前記導波管本体と前記導波軸の内、少なくともいずれ  
か一方が前記高誘電体材料よりなる  
ことを特徴とする請求項1記載のプラズマ処理装置。
4. 前記高誘電体材料の比誘電率は、1000以上である  
ことを特徴とする請求項1に記載のプラズマ処理装置。
5. 前記高誘電体材料は、PZT (Pb、Zr、Ti、Oを含む複合材料)、  
BST (Ba、Sr、Ti、Oを含む複合材料)、SBT (Sr、Bi、Ta、  
Oを含む複合材料)よりなる群より選択される1つ以上の材料よりなる

ことを特徴とする請求項 1 に記載のプラズマ処理装置。

6. 前記平面アンテナ部材には、貫通孔よりなるマイクロ波放射孔が同心円状、或いは渦巻状に形成されている  
ことを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

7. 前記平面アンテナ部材には、貫通孔よりなる 2 つのマイクロ波放射孔を略 90 度互いに方向を異ならせて接近させてなる放射孔対が、同心円状、或いは渦巻状に多数形成されている  
ことを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

8. 前記導波管には、誘電体材料を用いたスラグマッチャーが設けられる  
ことを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

9. 真空引き可能になされた処理容器と、  
前記処理容器内に設けられた、被処理体を載置する載置台と、  
前記処理容器の天井の開口部に設けられたマイクロ波透過板と、  
前記マイクロ波透過板を介して前記処理容器内にマイクロ波を供給するための  
平面アンテナ部材と、  
前記平面アンテナ部材の上方を覆うように接地されたシールド蓋体と、  
マイクロ波発生源からのマイクロ波を前記平面アンテナ部材へ供給するための  
導波管と、  
を備え、  
前記導波管の途中に、誘電体材料を用いたスラグマッチャーを設けるように構  
成したことを特徴とするプラズマ処理装置。

10. 前記スラグマッチャーは、前記平面アンテナ部材に接近させて設けら  
れている  
ことを特徴とする請求項 9 記載のプラズマ処理装置。

11. 前記スラグマッチャーは、前記マイクロ波の伝搬方向に沿って離間させて配置された誘電体材料よりなる2つの整合部材よりなり、前記2つの整合部材は一体的に前記マイクロ波の伝搬方向へ移動可能になされると共に、個別的にも移動可能になされていることを特徴とする請求項9記載のプラズマ処理装置。

12. 前記導波管は同軸導波管よりなり、前記マイクロ波は前記マイクロ波発生源からはTEMモードの振動モードで伝搬されることを特徴とする請求項9記載のプラズマ処理装置。

13. 前記導波管の途中には、モード変換器が設けられており、前記モード変換器と前記平面アンテナ部材とを連結する部分の導波管に、前記スラグマッチャーを介設するようにしたことを特徴とする請求項9記載のプラズマ処理装置。

119

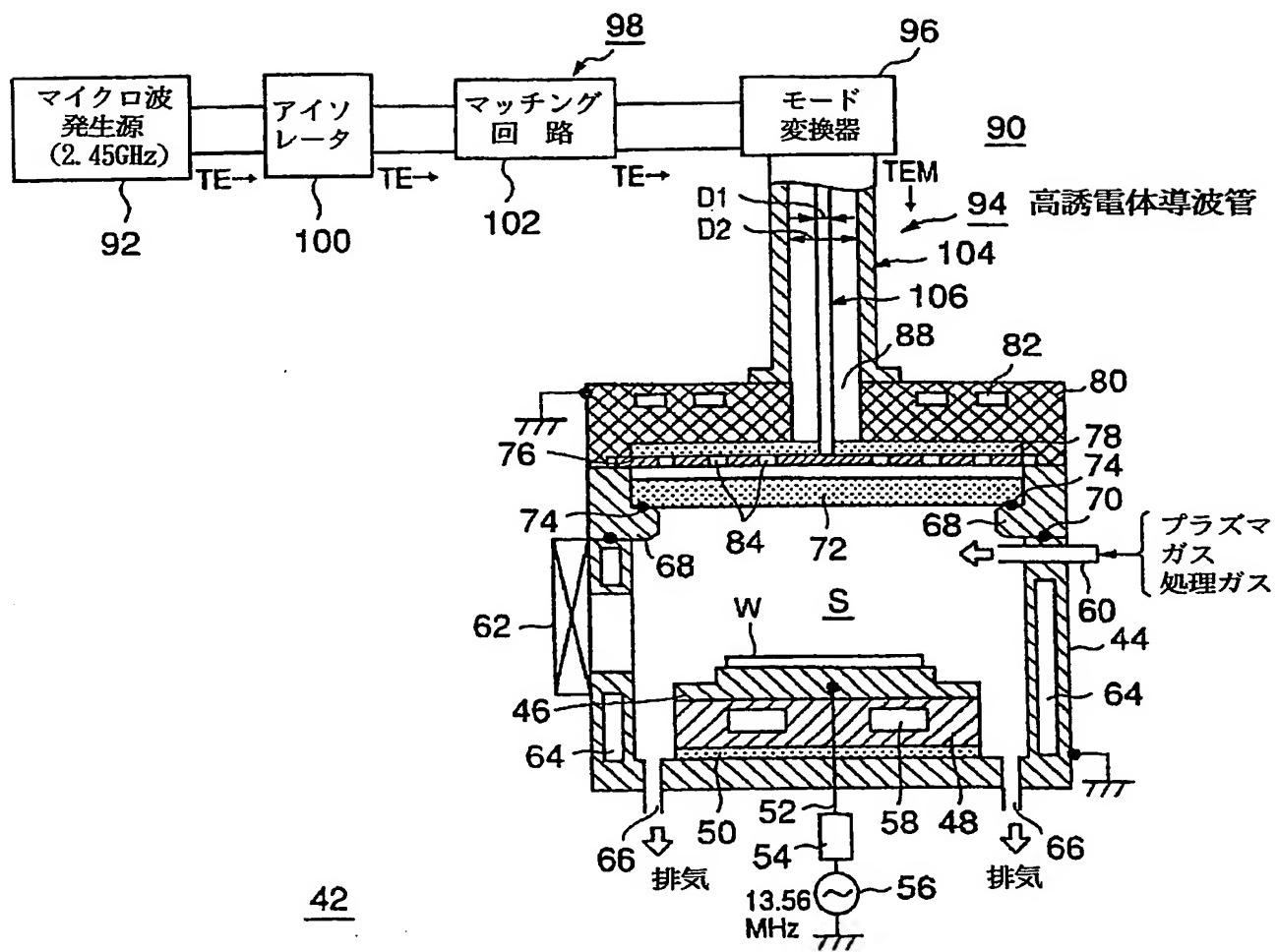


FIG. I

219

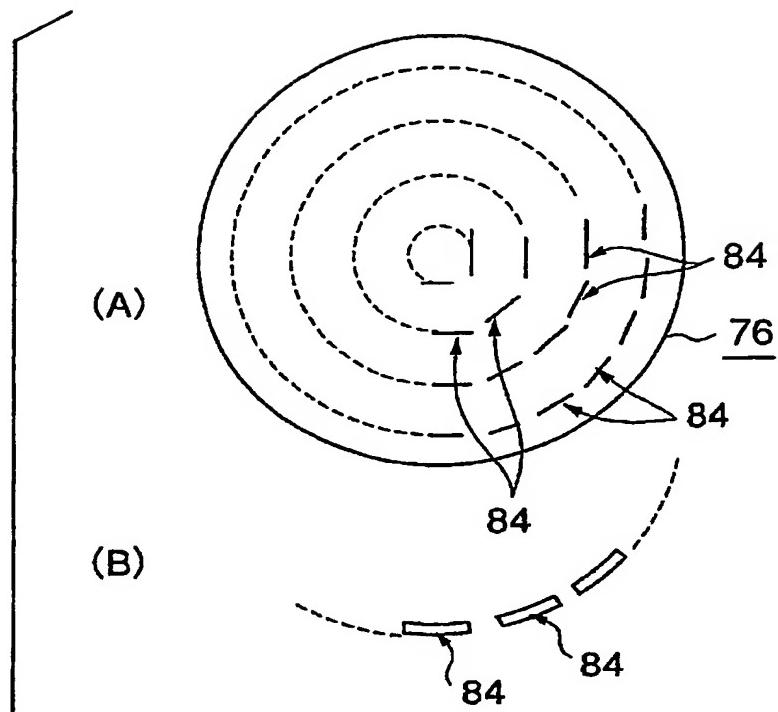


FIG. 2

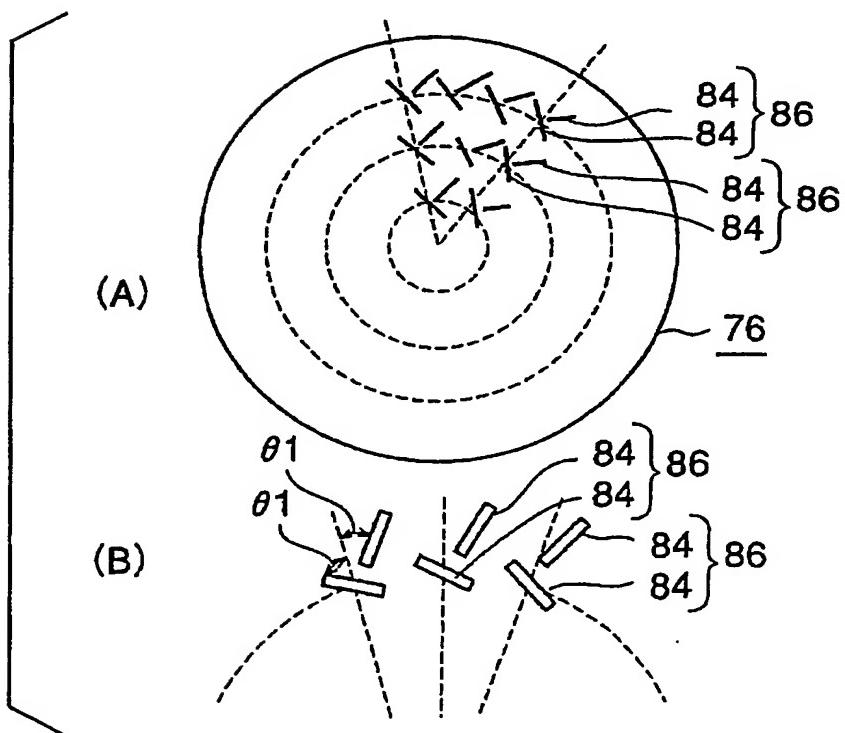
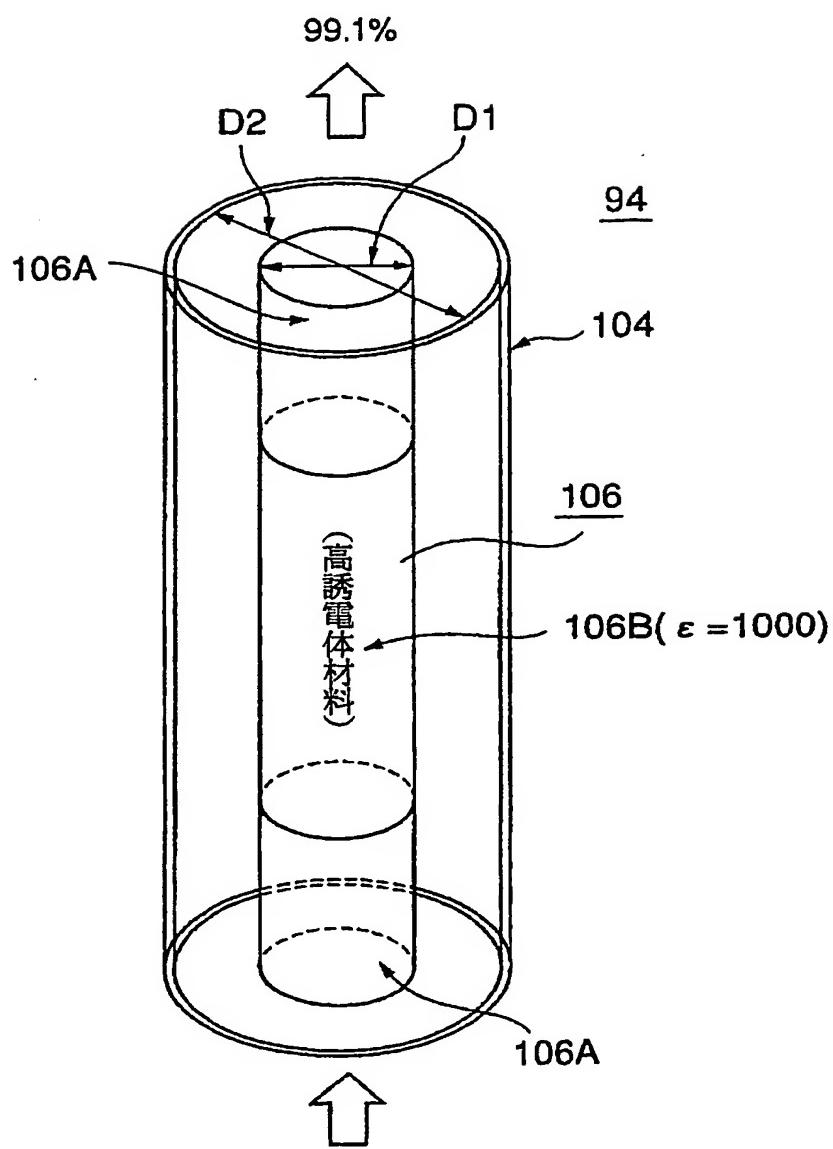


FIG. 3

3 / 9



マイクロ波 (TEMモード)  
2.45GHz  
(反射率: 0.9 %)

FIG. 4

4/9

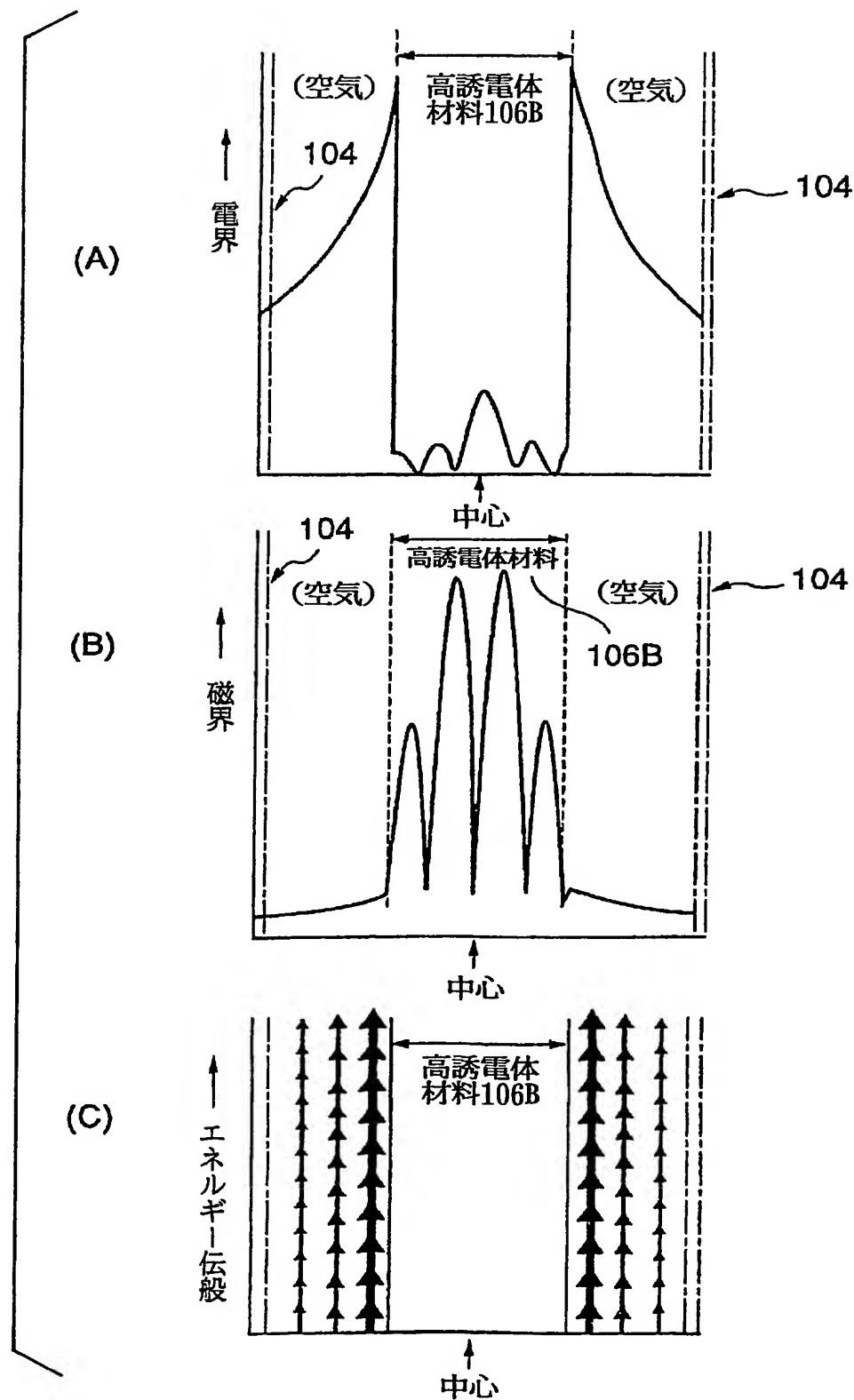
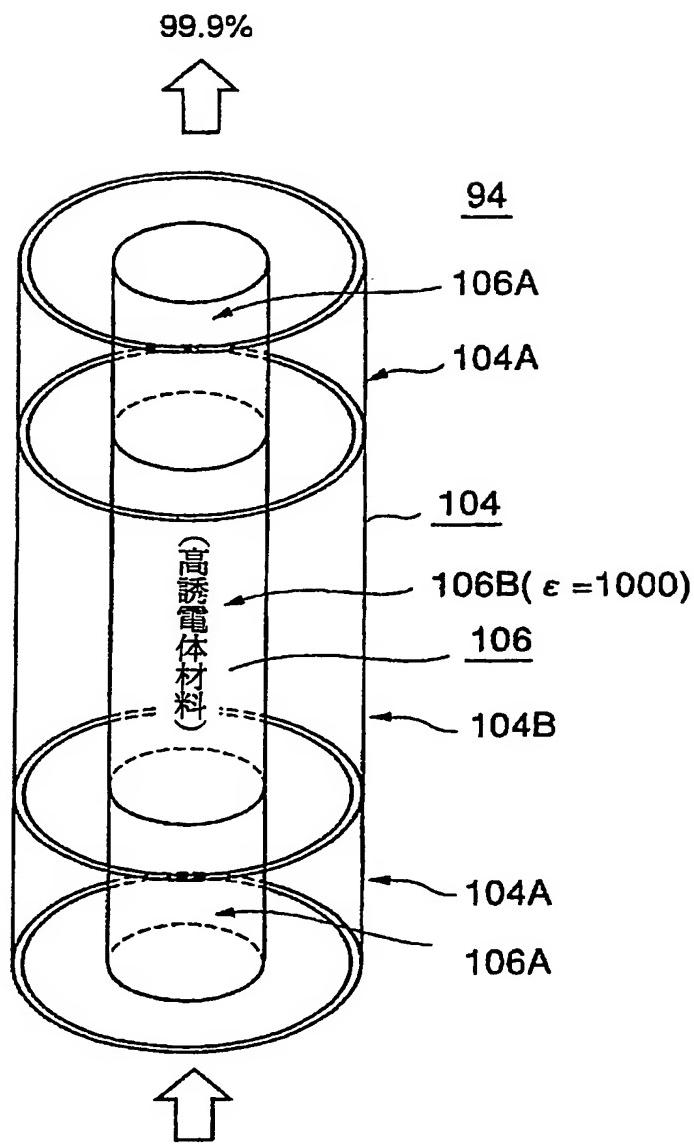


FIG. 5

5 / 9



マイクロ波 (TEMモード)  
2.45GHz  
(反射率: 0.1 %)

F I G. 6

6 / 9

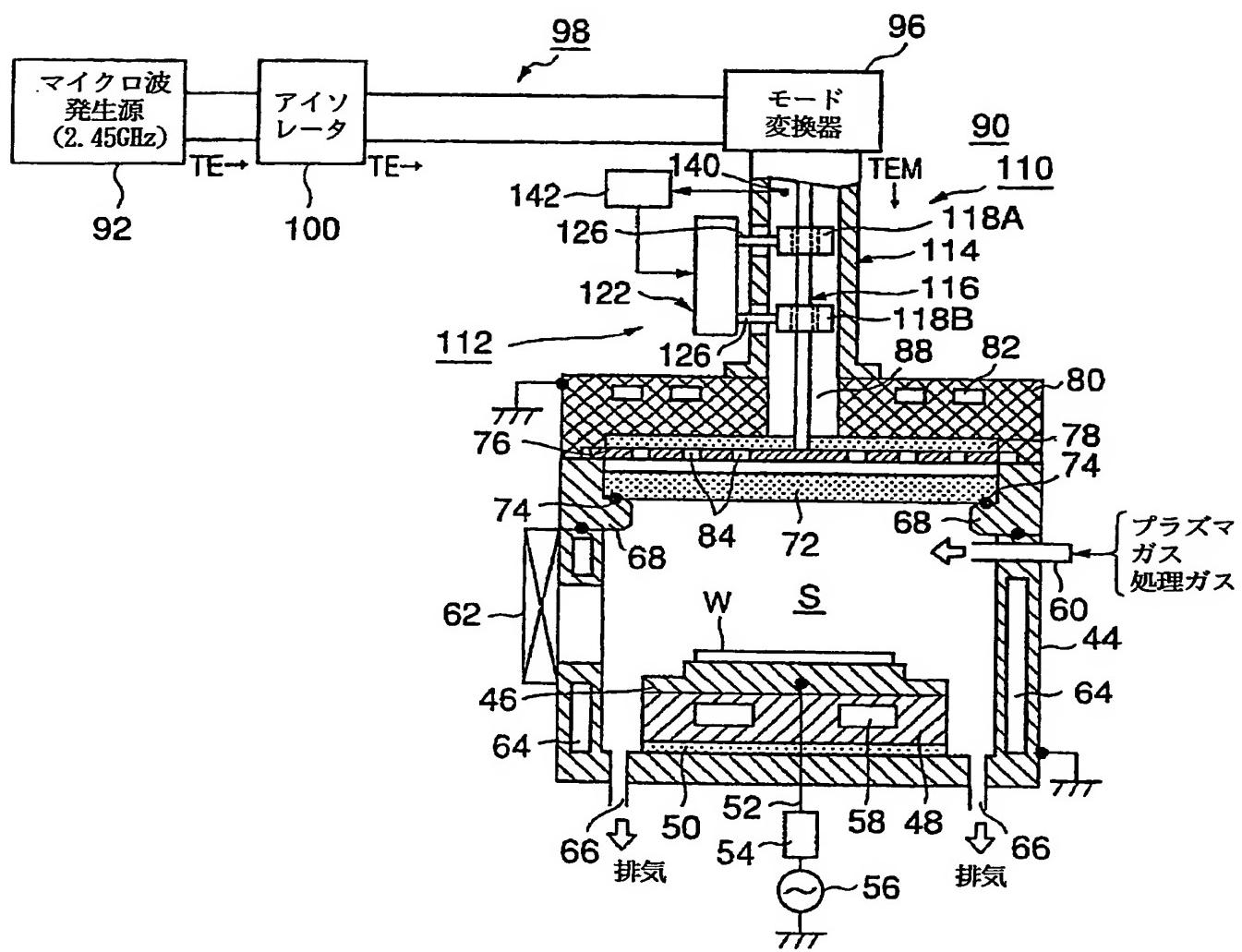


FIG. 7

7/9

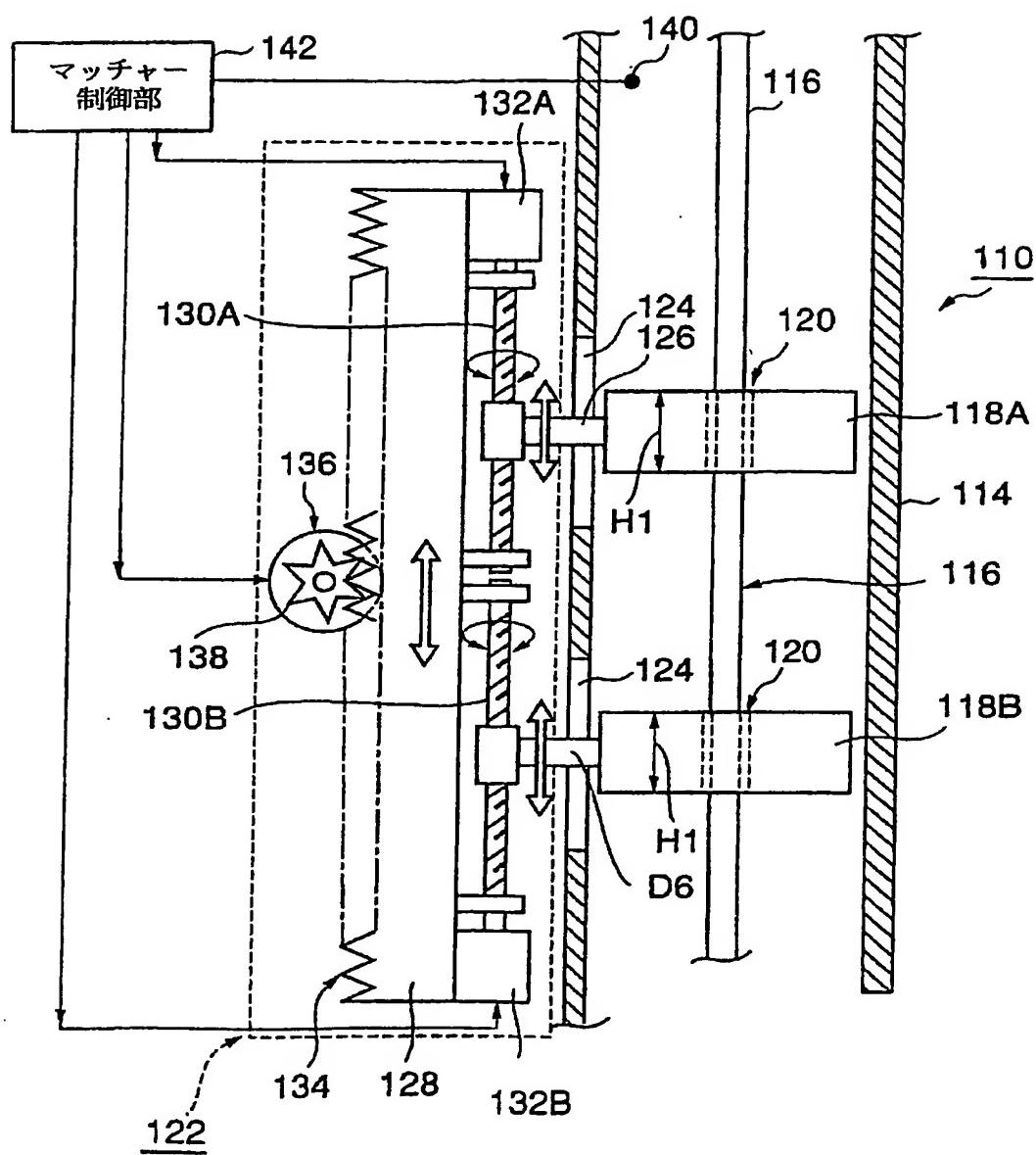


FIG. 8

8/9

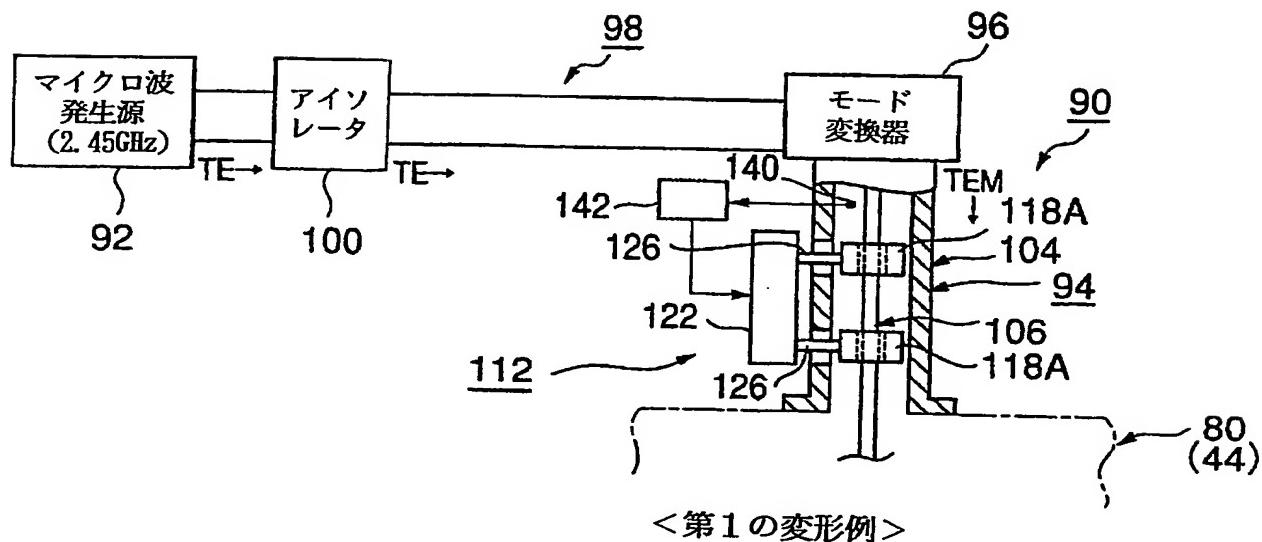


FIG. 9

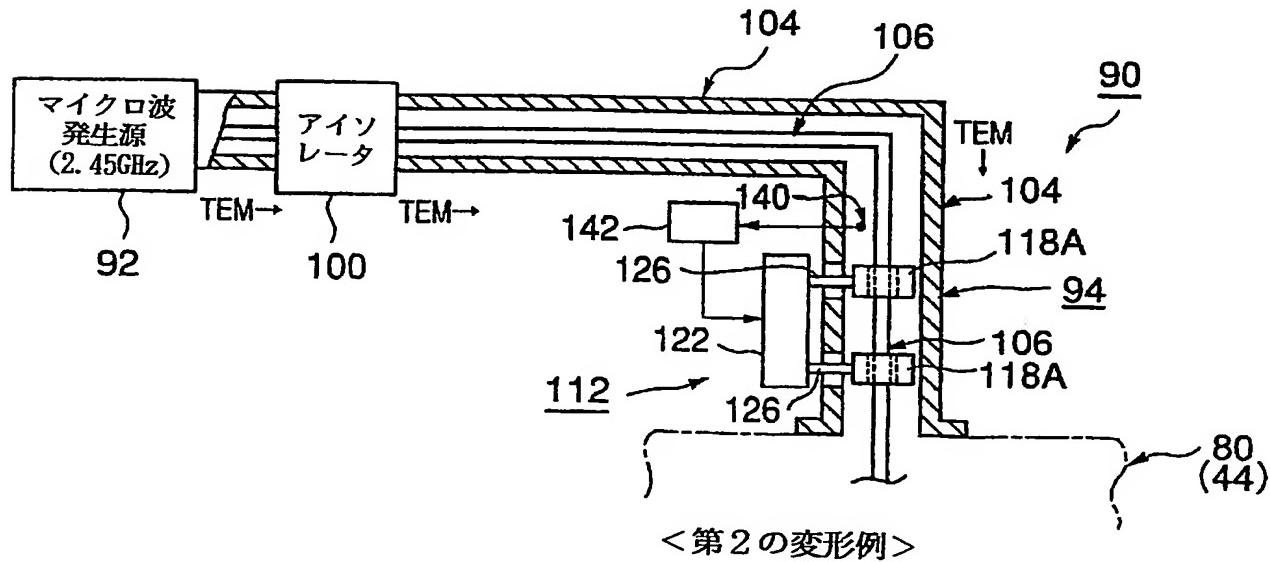


FIG. 10

9/9

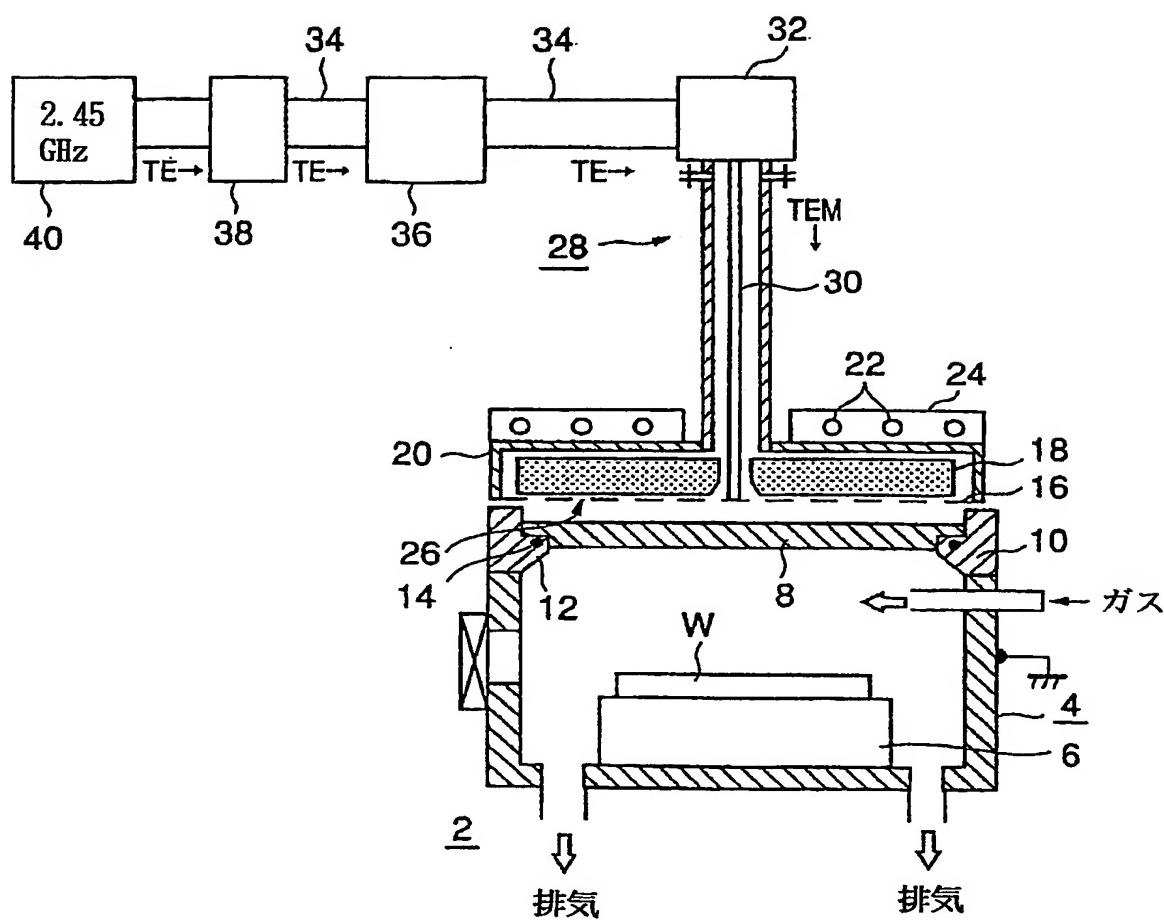


FIG. II

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/00739

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H05H1/46, H01L21/3065, H01L21/31, H01P3/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H05H1/46, H01L21/3065, H01L21/31, H01P3/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1940-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E, X	JP 2003-109797 A (Tokyo Electron Ltd.), 11 April, 2003 (11.04.03), Par. Nos. [0007] to [0010], [0017], [0026]; Fig. 1 (Family: none)	1-3, 6
P, Y	JP 2002-231637 A (Nihon Koshuha Co., Ltd.), 16 August, 2002 (16.08.02), Full text; all drawings (Family: none)	9-13
Y	US 4441091 B1 (Hitachi Cable Ltd.), 03 April, 1984 (03.04.84), Full text; all drawings & JP 56-16303 A	1-8

 Further documents are listed in the continuation of Box C.  See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
30 April, 2003 (30.04.03)Date of mailing of the international search report  
20 May, 2003 (20.05.03)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/00739

## C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 58-221501 A (Hitachi Cable, Ltd.), 23 December, 1983 (23.12.83), Full text; all drawings (Family: none)	1-8
Y	JP 11-204296 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 30 July, 1999 (30.07.99), Par. Nos. [0021] to [0027]; Fig. 1 (Family: none)	9-10 12-13
A	US 6109208 A (Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha), 29 August, 2000 (29.08.00), Full text; all drawings & JP 11-214196 A	1-8
A	US 3078428 A (S. E. Miller), 19 February, 1963 (19.02.63), Full text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 9-92492 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 04 April, 1997 (04.04.97), Full text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 7-220897 A (Kabushiki Kaisha Matorikkusu), 18 August, 1995 (18.08.95), Full text; all drawings (Family: none)	9-13

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int. Cl' H05H1/46, H01L21/3065, H01L21/31, H01P3/12

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int. Cl' H05H1/46, H01L21/3065, H01L21/31, H01P3/12

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1940-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

## 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
E, X	JP 2003-109797 A(東京エレクトロン株式会社) 2003.04.11 段落0007-0010, 0017, 0026, 図1 (ファミリーなし)	1-3, 6
P, Y	JP 2002-231637 A(日本高周波株式会社) 2002.08.16 全文, 全図 (ファミリーなし)	9-13
Y	US 4441091 B1(Hitachi Cable Ltd.) 1984.04.03 全文, 全図 &JP 56-16303 A	1-8

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

## 国際調査を完了した日

30.04.03

## 国際調査報告の発送日

20.05.03

## 国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

## 特許庁審査官（権限のある職員）

山口 敦司

印	2M	9216
---	----	------

電話番号 03-3581-1101 内線 6234

C (続き) 関連すると認められる文献		関連する 請求の範囲の番号
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	
Y	JP 58-221501 A(日立電線株式会社) 1983. 12. 23 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 8
Y	JP 11-204296 A(住友金属工業株式会社) 1999. 07. 30 段落 0021-0027, 図1 (ファミリーなし)	9 - 10 12-13
A	US 6109208 A(Nitsubishi Denki Kabushiki Kaisha) 2000. 08. 29 全文, 全図 &JP 11-214196 A	1 - 8
A	US 3078428 A(S. E. Miller) 1963. 02. 19 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 8
A	JP 9-92492 A(三菱重工業株式会社) 1997. 04. 04 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 8
A	JP 7-220897 A(株式会社マトリックス) 1995. 08. 18 全文, 全図 (ファミリーなし)	9 - 13

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**